Aus dem Sonderforschungsbereich 92
"Biologie der Mundhöhle"
(Vorstand: Prof. Dr. G. Siebert)
an der Universitätsklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. R. Naujoks)

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN DER ZAHNSTEINHÄRTE NACH ANWENDUNG VON ZWEI ZAHNPASTEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Alexander Süllner
aus Straubing

Würzburg, den
30. 1. 1981

Aus dem Sonderforschungsbereich 92
"Biologie der Mundhöhle"
(Vorstand: Prof. Dr. G. Siebert)
an der Universitätsklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. R. Naujoks)

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN DER ZAHNSTEINHÄRTE NACH ANWENDUNG VON ZWEI ZAHNPASTEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Alexander Süllner
aus Straubing

Würzburg, den
30. 1. 1981

Referent :	Privatdozent Dr. W. Wiedemann
Korreferent :	Prof. Dr. R. Naujoks
Dekan :	Prof. Dr. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung : 26.2.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. LITERATURÜBERSICHT	3
III. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	5
1. Meßmethode	5
2. Untersuchungsgut	8
IV. ERGEBNISSE	9
1. Einzelwerte zu Beginn	11
2. Einzelwerte nach 6 Monaten	14
3. Graphische Darstellung der Einzelwerte	19
4. Statistische Bewertung der Ergebnisse	21
5. Mittelwerte	22
6. Signifikanztest	24
V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE	25
VI. ZUSAMMENFASSUNG	27
VII. LITERATURVERZEICHNIS	29

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543519_0148

I. EINLEITUNG

Die Rolle des Zahnsteins als ein ätiologischer Faktor der marginalen Parodontopathien ist unbestritten. Epidemiologische Untersuchungen lassen einen Zusammenhang zwischen parodontaler Erkrankung und Zahnsteinbefall erkennen (SCHROEDER et alii (23)). Supra- und subgingivaler Zahnstein bewirken vermehrte Retentionen und Schlupfwinkel und begünstigen eine neue Plaqueanhäufung. Damit wird der Marginalinfekt gefördert bzw. unterhalten (MÜHLEMANN et alii (14)). Der Verhinderung bzw. der Verminderung des Zahnsteins wird deshalb bei Prophylaxe und Therapie von Parodontopathien große Bedeutung beigemessen (CONROY u. STÜRZENBERGER (2)).

Das Ausmaß des Zahnsteinbefalls ist unter anderem von der Mundhygiene abhängig. Nach RIETHE (16) haben zahlreiche Untersuchungen den Wert der mechanischen Zahnreinigung und Zahnfleischmassage mit der Zahnbürste für die Gesunderhaltung der Zähne und des Parodonts bestätigt. Die Qualität der Mundpflege hängt dabei von Faktoren wie Zahnbürste, Reinigungstechnik oder Art der verwendeten Zahnpaste ab (GERBER (9), SANDERS u. ROBINSON (19)). Um der Frage nachgehen zu können, ob die Variation einer dieser Größen zu einer Qualitäts- oder Quantitätsänderung der Zahnsteinbildung führt, müssen die Zahnsteineigenschaften durch objektiv vergleichbare Werte erfaßt werden.

Bisherige Untersuchungen beziehen sich vor allem auf die Quantitätsveränderungen des Zahnsteins, während die Veränderung der mechanisch erfaßbaren qualitativen Eigenschaften weitgehend unberücksichtigt bleibt. Will man den Einfluß verschiedener Zahnpasten auf die mechanisch erfaßbaren Zahnsteineigenschaften erfassen, so bietet sich die Härte als Parameter an. Grundgedanke hierbei ist der Zusammenhang zwischen Mineralisationsgrad und Härteeigenschaften (SCHROEDER (22)).

Die Bestimmung der Härte mit Hilfe der Mikroeindringhärte, wie sie z.B. beim Vickers- oder Knoop-Meßverfahren angewandt wird, ist nicht möglich. Die dabei notwendige optische Ausmessung der Eindruckmarken ist beim Zahnstein wegen seiner unregelmäßigen Oberfläche und der inhomogenen Struktur nicht möglich (VAHL (28)). Auch hängt eine Härtemeßmethode nicht von einer physikalischen Eigenschaft allein ab. Sowohl elastische als auch plastische Verformung sind für die Härteeigenschaften bestimmend (MOTT (12)). Deshalb soll das plastische und elastische Verhalten des Zahnsteins unter Belastung direkt erfaßt werden.

II. LITERATURÜBERSICHT

Die Bedeutung des Zahnsteins wurde schon frühzeitig erkannt. Im Jahr 1920 sahen TRAUNER und WISCHO (26) die Hauptursache für die Zahnsteinbildung in einer vernachlässigten Mundpflege. WOLFF (32) hatte 1921 beobachtet, daß verschiedene Zahnpasten zahnsteinlösend bzw. -erweichend wirkten.

Zahnsteinbildung und -morphologie waren in den letzten zwanzig Jahren die Themen zahlreicher Veröffentlichungen. Verwiesen sei auf SCHROEDER (22), der einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Meinungen und Zusammenhänge bietet. SCHLIEPE (20) gibt in seiner Dissertation eine ausführliche Zusammenfassung der Literatur zu Ätiologie, Morphologie und Chemie des Zahnsteins.

Eine Reihe von Untersuchungen beschäftigt sich mit dem Einfluß verschiedener Zahnpasten auf die Zahnsteinneubildung. So kommt FLIGGE (4) zu dem Ergebnis, daß eine HEDP-haltige Paste die Neubildung und den Mineralgehalt des Zahnsteins deutlich reduziert. Auch Mundspülungen mit dem Antiseptikum Ascoxal^{R} hemmen nach einer Untersuchung von MULLER, SCHROEDER u. MÜHLEMANN (13) die Belagbildung. Nach TURESKY, GILMORE u. GLICKMAN (27) kann die Zahnsteinbildung ebenso durch die oberflächliche Anwendung des Chlormethyl-Analogon von Vitamin C behindert werden. PICOZZI et alii (15) zeigen auf, daß ein Mundwasser aus einer wässrigen Lösung von 1% Zinkphenolsulfonat und 0,125% Zinkkomplex den Zahnsteinansatz beträchtlich vermindert. GERBER (9) untersucht die zahnsteinlösende Wirkung des Monoäthanolamindiglykolats im Vergleich zu handelsüblichen Zahnpasten. Nach RIETHE u. ZILZ (17) sollen weiche Zahnbeläge durch die Verwendung einer Enzympaste in weitaus stärkerem Maße beseitigt werden als bei Anwendung handelsüblicher Pasten. In der Untersuchung von FRICKLER (7) wird jedoch deutlich, daß bereits die

mechanische Zahnreinigung genügt, um eine Reduktion der Zahnsteinbildung herbeizuführen. Dieses Ergebnis wird von VILLA (29) bestätigt. Er konnte zeigen, daß die Zahnsteinbildung bei gewohnter Mundhygiene etwa um die Hälfte kleiner ist als bei unterlassener Reinigung.

Nicht nur die Auswirkungen einzelner Zahnputzmittel auf die Quantität der Zahnsteinbildung, sondern auch auf die Qualität sollten untersucht werden. Die Wirksamkeit der einzelnen Mittel kann so besser differenziert werden. Diesen Zweck erfüllt die Eindringhärtemessung.

Die Problematik der Härtemessung und ihrer Anwendung wird umfassend von MOTT (12) dargestellt. Mott bezieht sich vor allem auf die Mikrohärteprüfung bei Metallen und Einzelkristallen, streift aber kurz die Thematik bei Härtemessungen von Zahnhartsubstanzen. SEILLER (24) beschreibt einige Methoden der Mikrohärteprüfung und ihre Anwendung bei der Härtebestimmung von Schmelz, Zement und Dentin.

Die neuesten Erkenntnisse dieses Themenkreises vermitteln GABRIEL, KLINGER u. NAUJOKS (8). Sie bestimmen mechanische Materialeigenschaften von Hartgewebsoberflächen in Mikrobereichen. Hierbei wird die Eindringmessung mit mechano-elektrischen Untersuchungsmethoden kombiniert. Die Verfasser deuten die Möglichkeit an, diese Methode auch zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Substanzen wie Plaque oder Zahnstein verwenden zu können.

III. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Einfluß von zwei verschiedenen Zahnpasten auf die mechanisch erfaßbaren Eigenschaften von Zahnstein zu untersuchen.

Es wurde eine salzhaltige Zahnpaste, mit 8% igem NaCl-Zusatz (Zahnpaste S), mit einer handelsüblichen Zahnpaste ohne Salzzusatz (Zahnpaste N) verglichen.

1. Meßmethode

Die plastischen und elastischen Verformungseigenschaften von Zahnstein unter Belastung wurden erfaßt.

Die Zahnsteinproben wurden in einen Concise^{R}-Block eingebettet. Die Oberfläche wurde angeschliffen, um eine plane Prüffläche zu erhalten. Die Untersuchung des Zahnsteins erfolgte mit der von GABRIEL, KLINGER u. NAUJOKS (8) beschriebenen Versuchsanordnung (Abbildung 1).

Die Eindringtiefe eines Diamanten D in eine Zahnsteinprobe bei Belastung mit dem Gewicht G wird von einem mechano-elektrischen Wandler W gemessen und mit einem Schreiber S registriert.

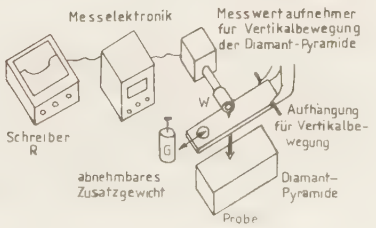

Abb.1.
Schematische Darstellung der Versuchsanordnung

Der an einem tarierten Waagebalken aufgehängte Diamant wird mit einer geringen Vorbelastung von weniger als 4,905 mN auf die Probenoberfläche aufgesetzt. Anschließend wird er mit dem Prüfgewicht von 0,687 N belastet. Die Gewichte werden nach dem Eindringvorgang wieder abgenommen. Der zeitliche Ablauf wird im Prüfdiagramm deutlich (Abbildung 2).

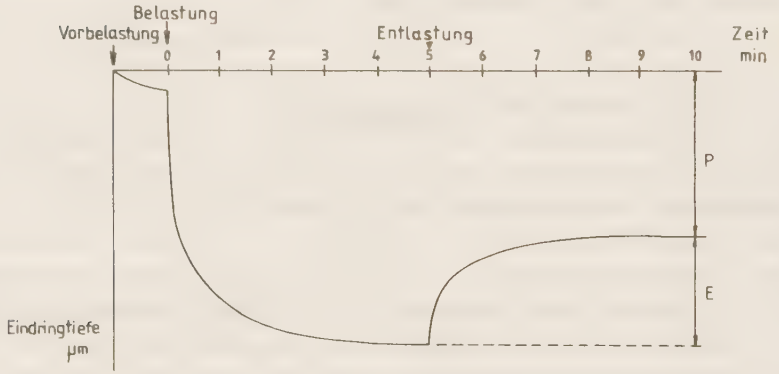

Abb.2. Zeitlicher Verlauf des Eindringvorganges

Nach dem Abheben des Prüfgewichtes wird die elastische Rückstellkraft der Zahnsteinprobe wirksam. Der unbelastete Diamant wird je nach vorhergegangener Eindringtiefe unterschiedlich weit angehoben.

Ist bei Entlastung der Eindringvorgang des Diamanten noch nicht beendet, so wird eine zu geringe Eindringtiefe gemessen. Als Folge davon weisen plastische und elastische Verformung fehlerhafte Werte auf. Die Abhängigkeit der Eindringtiefe von der Belastungszeit ist in Abbildung 3 dargestellt.

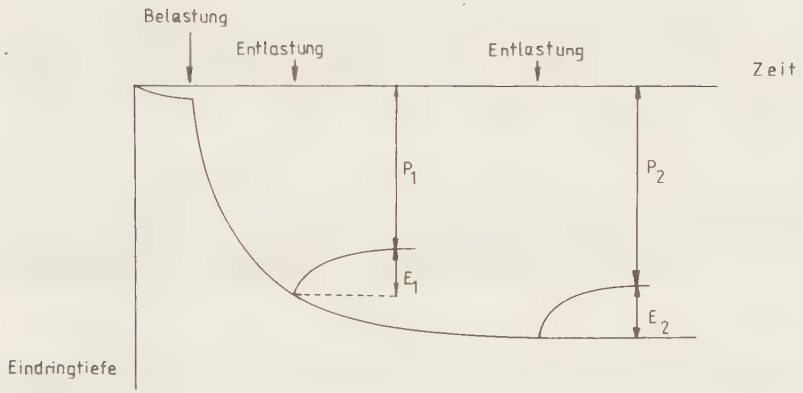

Abb.3. Veränderung der Eindringtiefe
bei zu kurzer Belastungszeit

Als günstige Belastungs- und Entlastungszeit wurde in Vorversuchen ein Zeitraum von jeweils 5 Minuten ermittelt.

Aus einer unter diesen Bedingungen ermittelten Registrierkurve läßt sich die plastische Verformung P ablesen, die im direkten Zusammenhang mit der Härte steht. Die Strecke E, um deren Betrag der Prüfdiamant bei Entlastung wieder herausgedrückt wird, ist dabei umso größer, je höher die elastischen Rückstelleigenschaften des Zahnsteins sind.

2. Untersuchungsgut

Mit dem geschilderten Verfahren wurden von 20 Probanden insgesamt 159 Zahnsteinproben untersucht. Die Auswahl der Probanden erfolgte nach dem Kriterium: starke Tendenz zur Zahnsteinbildung. Anhaltspunkte hierfür boten Anamnese und klinische Inspektion.

Zu Beginn der Untersuchung wurden bei allen Probanden von den lingualen Flächen der Unterkiefer-Frontzähne Zahnsteinproben entnommen. Anschließend erfolgte eine sorgfältige Zahnreinigung.

Ein aus zehn Probanden willkürlich gebildetes Teilkollektiv T_1 hat während eines Zeitraums von sechs Monaten die Zahnpaste S mit 8% igem NaCl-Zusatz verwendet. Im übrigen blieben die Mundhygienemaßnahmen unverändert.

Die aus den anderen zehn Probanden gebildete Untersuchungsgruppe T_2 erhielt eine handelsübliche Zahnpaste N mit normaler, salzfreier Zusammensetzung. Auch diese Probanden betrieben während der folgenden sechs Monate eine sonst unveränderte Mundpflege.

Innerhalb der vorgegebenen Zeit von sechs Monaten wiesen im Kollektiv T_1 nicht alle Probanden Zahnsteinbefall auf. Es konnten nur von acht Personen Zahnsteinproben in ausreichender Größe für die vorgesehenen Messungen gewonnen werden. Bei der Testgruppe T_2 fand sich nach einem halben Jahr bei neun Probanden Zahnstein.

IV. ERGEBNISSE

Aus den gewonnenen Meßwerten für plastische Verformung P und elastische Rückverformung E wurden für die Auswertung jeweils der Quotient P/E und die Summe P+E gebildet.

E ist als diejenige Strecke im Prüfdiagramm definiert, um die der Diamant nach Abheben des Prüfgewichtes wieder angehoben wird (vgl. Abb.2). E ist von den elastischen Rückstelleigenschaften der jeweiligen Zahnsteinprobe abhängig.

P bedeutet die bleibende Verformung nach Entfernen des Prüfgewichtes. Sie stellt die um den Betrag E reduzierte Gesamteindringtiefe dar.

Ein hoher P/E-Wert bedeutet, daß es sich hierbei um Material mit hoher plastischer Verformung und in Relation dazu geringer reversibler Verformung handelt. Allgemein kann man dann in Hinblick auf die Härte von duktilem, weichem Material sprechen. Dementsprechend bedeutet ein kleiner P/E-Wert, daß es sich um Prufmaterial mit relativ geringer plastischer Verformung in Relation zur Elastizität handelt. Das Material verhält sich demnach hart-elastisch.

Hohe Werte für die Summe P+E lassen den Rückschluß zu, daß es sich um Proben hoher Gesamtverformbarkeit handelt. Analog bedeuten niedere P+E-Werte eine geringe Gesamtverformbarkeit.

Die größten gemessenen Gesamteindringtiefen bei Zahnstein betragen bei der Belastung von 0,687 N bis zu 30 um. Bei Schmelz und Dentin beträgt die Gesamtverformung hingegen nur etwa 5 um bzw. 9 um. Einen Überblick zeigt Abbildung 4.

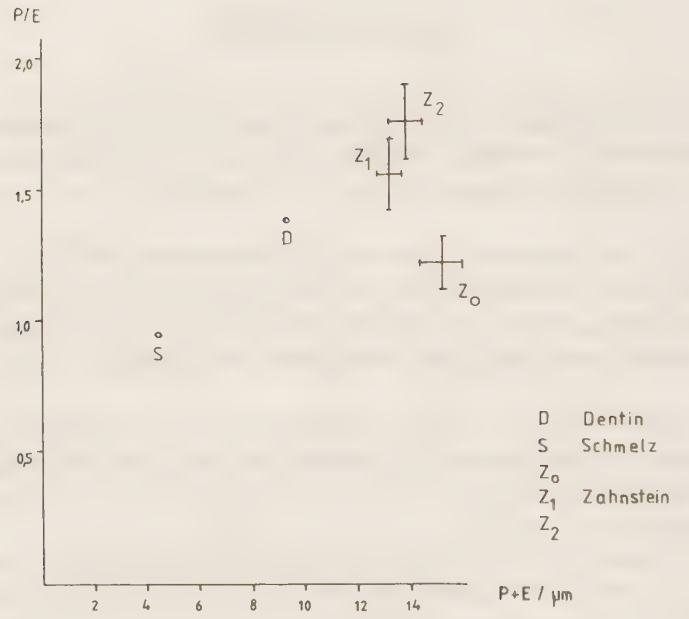

Abb.4. Gegenüberstellung der mechanischen Eigenschaften von Schmelz, Dentin und Zahnstein

Aus der graphischen Darstellung ist zu ersehen, daß der Schmelz wesentlich härter als Dentin ist. Dies manifestiert sich in der im Vergleich zu Dentin geringeren Gesamteindringtiefe P+E.

Demnach ist normaler Zahnstein (Z_o) wesentlich weicher als Dentin oder Schmelz, da er eine hohe Gesamtverformbarkeit P+E aufweist.

Unter dem Einfluß der beiden Zahnpasten wird eine Änderung des Verhältnisses P/E beim Zahnstein deutlich (Z_1,Z_2).

1. Einzelwerte zu Beginn

Nachfolgend sind die Meßwerte aufgeführt, die zu Beginn der Untersuchung gemessen wurden. Im Durchschnitt wurden drei Zahnsteinproben je Proband untersucht.

Diese Werte stellen die Ausgangssituation der Untersuchungsgruppen T_1 und T_2 dar.

Tabelle 1: Normaler Zahnstein der Probanden 1 mit 5

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
1	11,15	6,28	4,33	0,63
	14,13	11,36	2,77	0,24
	13,77	6,53	7,24	1,11
2	24,71	6,82	17,89	2,62
	26,98	17,32	9,66	0,55
	12,71	8,09	4,62	0,57
3	14,98	9,23	5,75	0,62
	24,35	18,74	5,61	0,30
4	31,38	12,21	19,17	1,57
	11,36	5,68	5,68	1,00
	9,16	5,68	3,48	0,61
5	10,72	4,97	5,75	1,16
	12,99	5,82	7,17	1,23
	17,39	10,65	6,75	0,63

Tabelle 2: Normaler Zahnstein der Probanden 6 mit 13

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
6	12,21	4,67	7,53	1,61
	12,14	3,83	8,31	2,17
	10,22	6,11	4,12	0,67
7	14,06	6,12	7,95	1,30
	13,21	5,25	7,95	1,51
	12,92	10,08	2,84	0,28
8	12,99	4,54	8,45	1,86
	18,46	7,10	11,36	1,60
	13,42	5,96	7,45	1,25
9	11,43	3,41	8,02	2,35
	10,93	6,53	4,40	0,67
	12,57	4,40	8,16	1,85
10	15,69	4,12	11,57	2,81
	28,33	9,51	18,82	1,98
	15,34	5,54	9,80	1,77
11	26,34	17,32	9,02	0,52
	15,19	8,80	6,39	0,73
	10,58	3,98	6,60	1,66
12	10,65	4,83	5,82	1,20
	19,31	9,80	9,51	0,97
	10,15	3,83	6,32	1,65
13	27,26	18,60	8,66	0,47
	9,09	5,25	3,83	0,73
	11,79	7,53	4,26	0,57

Tabelle 3: Normaler Zahnstein der Probanden 14 mit 20

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
14	15,48	7,94	7,54	0,95
15	10,65	3,55	7,10	2,00
	8,95	3,41	5,54	1,62
	10,44	4,97	5,47	1,10
16	12,78	7,24	5,54	0,77
	24,92	15,05	9,87	0,66
	10,01	5,54	4,48	0,80
17	14,92	4,62	10,22	2,21
	14,41	4,54	9,87	2,17
	10,72	5,40	5,33	0,99
18	9,73	4,54	5,18	1,14
	15,48	6,82	8,66	1,27
	6,82	5,25	1,56	0,30
19	11,93	4,83	7,10	1,47
	11,72	4,26	7,46	1,75
	10,01	5,11	4,90	0,96
	11,57	4,97	6,60	1,33
20	18,82	8,52	10,30	1,21
	14,84	9,37	5,47	0,58
	30,53	22,29	8,24	0,37

2. Einzelwerte nach 6 Monaten

Es sind die Werte nach einer Versuchsdauer von sechs Monaten aufgeführt. Dabei handelt es sich um durchschnittlich sechs Zahnsteinproben der Lingualflächen der Unterkiefer-Frontzähne von 17 Probanden.

Von den ursprünglich 20 Teilnehmern an der Untersuchung konnten nur diejenigen berücksichtigt werden, die im Zeitraum eines halben Jahres genügend Zahnstein gebildet hatten.

Tabelle 4: Zahnpaste S; Zahnstein der Probanden 3 und 11

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
3	11,31	6,50	4,81	0,74
	10,66	5,85	4,81	0,82
	8,00	4,94	3,06	0,62
	8,13	4,94	3,19	0,65
	7,35	4,55	2,80	0,62
	10,80	5,85	4,94	0,84
11	12,61	5,85	6,76	1,56
	12,74	4,68	8,06	1,72
	14,11	4,81	9,30	1,93
	18,20	5,59	12,61	2,56
	9,62	4,81	4,81	1,00
	13,00	4,54	8,54	1,86

Tabelle 5: Zahnpaste S; Zahnstein der Probanden 12, 14 mit 16

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
12	10,27	4,94	5,33	1,08
	5,72	3,90	1,82	0,47
	9,17	3,25	5,92	1,82
	6,25	2,73	3,51	1,29
	13,59	4,68	8,91	1,90
	17,42	4,81	12,61	2,62
14	23,47	10,53	12,94	1,23
	11,83	4,03	7,80	1,94
	12,81	4,55	8,26	1,82
	15,93	4,16	11,77	2,83
	23,27	5,46	17,81	3,26
	13,65	4,55	9,10	2,00
15	18,27	7,80	10,47	1,34
	9,75	5,07	4,68	0,92
	17,49	5,46	12,03	2,20
	12,68	5,01	7,67	1,53
	25,09	6,11	18,98	3,11
	15,86	4,16	11,70	2,81
16	17,16	10,14	7,02	0,69
	10,92	3,51	7,41	2,11
	13,20	3,90	9,30	2,38
	12,81	3,38	9,43	2,79
	10,92	3,64	7,28	2,00
	15,21	3,51	11,70	3,33

Tabelle 6: Zahnpaste S; Zahnstein der Probanden 17 und 19

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
17	12,74	4,55	8,19	1,80
	18,72	8,97	9,75	1,09
	21,71	7,80	13,91	1,78
	17,94	5,98	11,96	2,00
	18,27	5,46	12,81	2,35
	15,67	4,68	10,99	2,35
19	9,10	5,85	3,25	0,56
	12,55	5,20	7,35	1,41
	10,60	5,20	5,40	1,04
	6,37	4,29	2,08	0,48
	8,97	4,03	4,94	1,23

Die Untersuchungsergebnisse von den Zahnsteinproben der Probanden, die die Zahnpaste N verwendeten, sind in den Tabellen 7, 8 und 9 zusammengestellt.

Tabelle 7: Zahnpaste N; Zahnstein vom Proband 1

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
1	7,48	5,20	2,28	0,44
	14,69	4,29	10,40	2,42
	18,34	6,70	11,64	1,74
	10,14	6,11	4,03	0,66
	9,98	4,81	5,14	1,07
	11,49	5,05	6,44	1,27

Tabelle 6: Zahnpaste N; Zahnstein der Probanden 2, 4 mit 6

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
2	9,75	5,72	4,03	0,70
	11,77	6,24	5,53	0,89
	12,09	5,85	6,24	1,07
	16,18	7,15	9,04	1,26
	11,05	5,53	5,53	1,00
	13,13	6,11	7,02	1,15
4	8,00	4,42	3,58	0,81
	8,32	5,20	3,12	0,60
	8,84	5,20	3,60	0,70
	10,01	5,98	4,03	0,67
	8,52	5,33	3,19	0,60
	12,35	6,37	5,98	0,94
5	11,05	4,94	6,11	1,24
	10,14	5,07	5,07	1,00
	8,65	4,94	3,71	0,75
	12,35	5,46	6,89	1,26
	5,85	4,03	1,82	0,45
	10,86	5,72	5,14	0,90
6	18,72	5,72	13,00	2,27
	18,98	6,50	12,48	1,92
	19,50	5,59	13,91	2,49
	25,35	5,33	20,02	3,76
	22,04	3,38	18,66	5,52
	27,69	4,68	23,01	4,92

Tabelle 9: Zahnpaste N; Zahnstein der Probanden 8, 9, 18, 20

Proband Nr.	P + E	E	P	P/E
8	16,38	4,94	11,44	2,32
	8,84	5,46	3,38	0,62
	22,49	4,42	18,07	4,09
	13,33	3,51	9,82	2,80
	11,57	3,25	8,32	2,56
	20,28	5,02	15,21	3,00
9	13,13	5,72	7,41	1,30
	8,78	4,94	3,84	0,78
	11,90	5,07	6,83	1,35
	15,02	8,06	6,96	0,86
	10,34	5,33	5,01	0,94
	9,23	5,07	4,16	0,82
18	9,62	3,77	5,85	1,55
	9,30	3,64	5,66	1,55
	11,05	3,90	7,15	1,83
	7,87	3,38	4,49	1,33
	10,01	4,29	5,72	1,33
	10,21	4,29	5,92	1,38
20	9,82	5,59	4,23	0,76
	12,09	5,20	6,89	1,33
	17,03	5,98	11,05	1,85
	9,75	5,33	4,42	0,83
	18,27	7,15	11,12	1,56
	14,95	4,29	10,66	2,48

3. Graphische Darstellung der Einzelwerte

In Abbildung 5 und 6 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Meßwerte der einzelnen Probanden dargestellt. Es sind die Werte vor der Anwendung der jeweiligen Zahnpaste den Ergebnissen nachher gegenübergestellt.

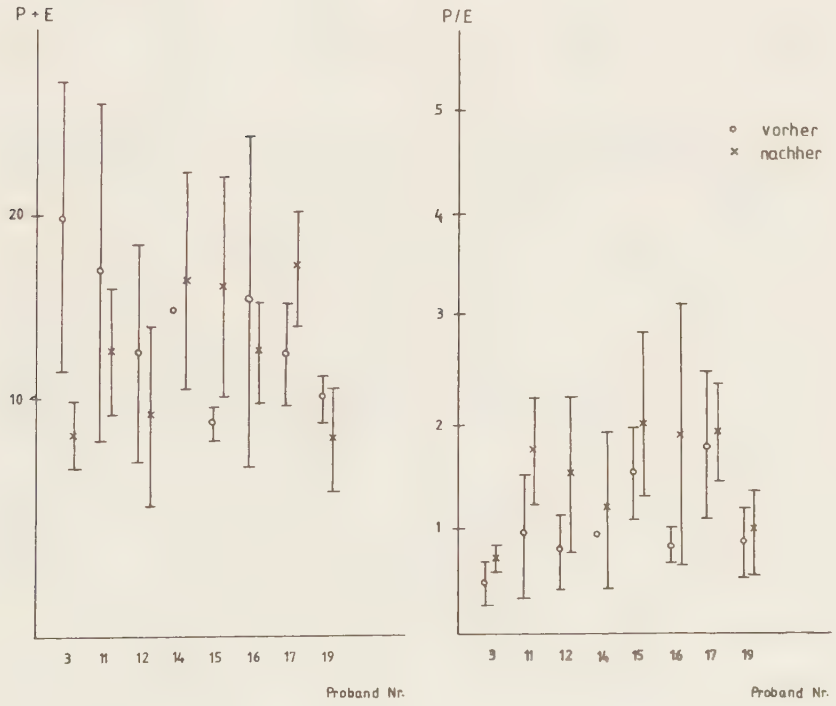

Abb.5. Ergebnisse der Probandengruppe T_1

Nach Anwendung der Zahnpaste N wurden bei den Probanden der Gruppe T_2 die in Abbildung 6 dargestellten Werte ermittelt.

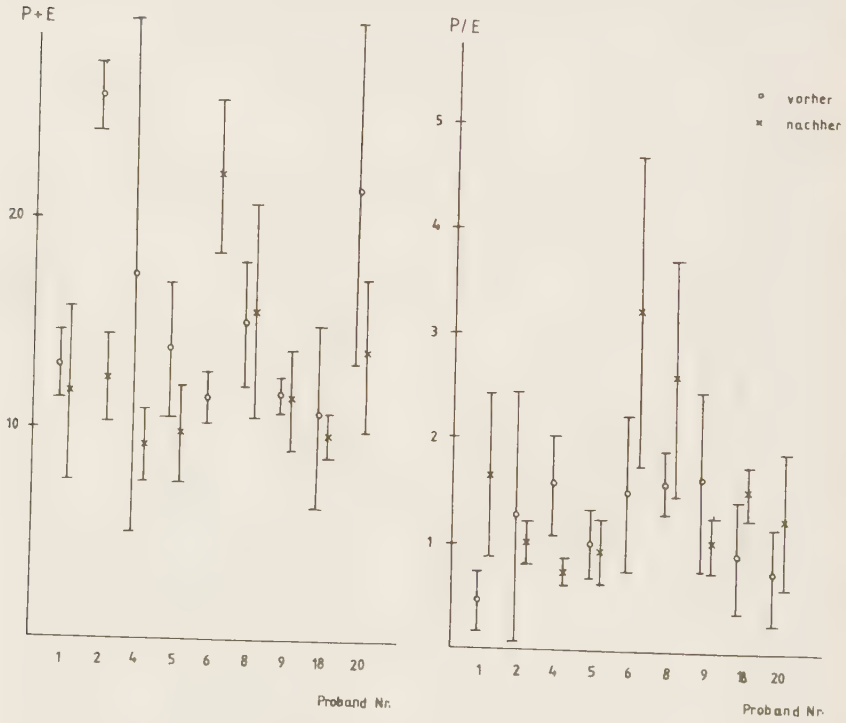

Abb.6. Ergebnisse der Probandengruppe T_2

4. Statistische Bewertung der Ergebnisse

Nachfolgend soll geprüft werden, ob die Veränderung der mechanisch erfaßten Eigenschaften der Zahnsteinproben statistisch signifikant ist. Der statistischen Beurteilung liegt dabei zugrunde (5):

Arithmetischer Mittelwert $\bar{x}$ (Durchschnitt):

$$\bar{x} = \frac{S\,(x)}{n}$$

Standardabweichung s (mittlere quadratische Abweichung):

$$s = \sqrt{\frac{S\,(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Signifikanz t des Vergleichs der Mittelwerte zweier unabhängiger Meßreihen:

$$t = \frac{\bar{x}_d}{s_d} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Dabei bedeuten:

n	= Anzahl der Einzelwerte	S	= Summe von
x	= ermittelter Einzelwert	s	= Standardabweichung
$\bar{x}$	= arithmetischer Mittelwert	s_d	= Stand.abw. d. M.w.diff.
$\bar{x}_1$	= arithm. Mittelw. d. Meßreihe 1	t	= Maß für die Signifikanz

5. Mittelwerte

In den Tabellen 10, 11 und 12 sind die Ergebnisse zusammengefaßt.

Tabelle 10: Zusammenfassung der gemessenen Werte zu Beginn der Untersuchung

	P/E	P+E	E
n	58	58	58
$\bar{x}$	1,18	14,91	7,50
s	0,63	5,93	2,74

Tabelle 11: Zusammenfassung der gemessenen Werte nach Verwendung der Zahnpaste S

	P/E	P+E	E
n	47	47	47
$\bar{x}$	1,625	13,44	5,196
s	0,825	4,62	1,61

Tabelle 12: Zusammenfassung der gemessenen Werte nach Verwendung der Zahnpaste N

	P/E	P+E	E
n	54	54	54
$\bar{x}$	1,54	12,82	5,204
s	1,09	4,79	1,61

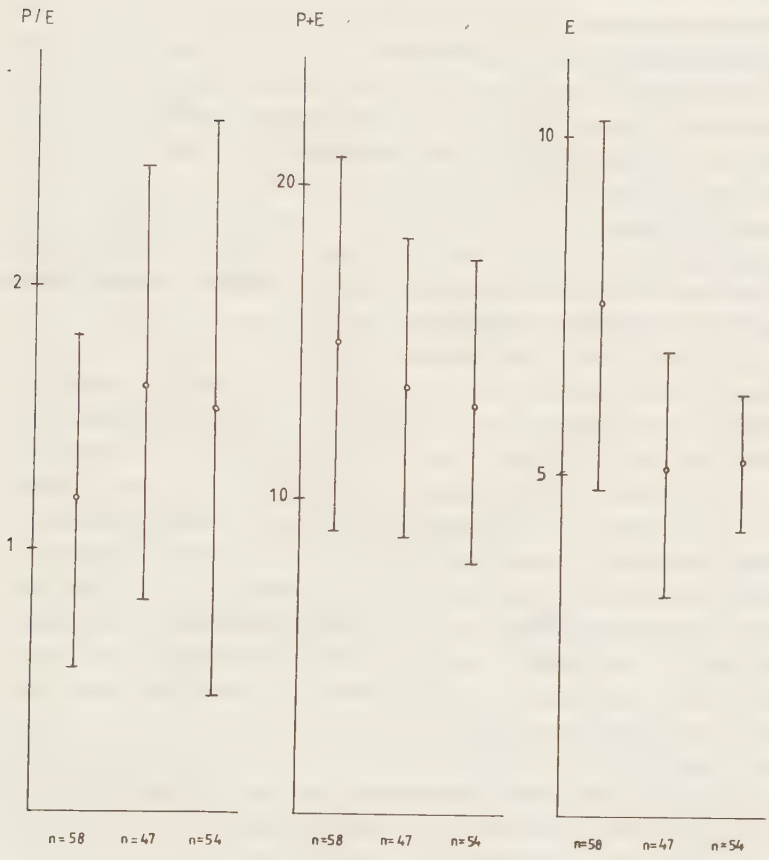

Abb.7. Graphische Darstellung der Mittelwerte

6. Signifikanztest

Signifikanzprobe zwischen den Ausgangswerten und den Werten nach Verwendung der Zahnpaste S

P/E :	t = 3,047	0,25% > p > 0,05%
P+E :	t = 1,43	10% > p > 5%
E :	t = 5,35	0,05% > p > 0

Signifikanzprobe zwischen den Ausgangswerten und den Werten nach Verwendung der Zahnpaste N

P/E :	t = 2,11	2,5% > p > 1,25%
P+E :	t = 2,06	2,5% > p > 1,25%
E :	t = 5,97	0,05% > p > 0

Signifikanzprobe zwischen den Werten der beiden Pasten

P/E :	t = 0,445	35% > p > 30%
P+E :	t = 0,66	30% > p > 25%
E :	t = 0,03	49% > p > 48,7%

Beträgt nach den Signifikanzschranken der Student-Verteilung (3) die Irrtumswahrscheinlichkeit mehr als 5%, so ist das Ergebnis statistisch nicht signifikant.

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die P/E-Werte des von der Probandengruppe T_1 stammenden Zahnsteins sind hochsignifikant mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 2,5 °/oo erhöht. Gleichzeitig ist eine Änderung der Gesamtverformbarkeit P+E aufgrund der Signifikanz von 10 % abzulehnen. Die elastische Verformung hat signifikant mit der Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,5 °/oo abgenommen. Daraus folgt, die plastische Verformbarkeit des Zahnsteins ist grösser geworden. Damit hat die Mundhygiene des Probandenkollektivs T_1 unter Verwendung der salzhaltigen Zahnpaste S zu weicherem Zahnstein geführt. Anhand der gemessenen Werte kann man vermuten, daß der elastische Matrixanteil abnahm und sich die Materialeigenschaften in Richtung einer porös-spröden Substanz verschoben haben. Da aber eine qualitative Untersuchung der Zahnsteinzusammensetzung nicht vorgenommen wurde, kann diese Annahme noch nicht verifiziert werden.

Der bei der Probandengruppe T_2 nach sechs Monaten untersuchte Zahnstein wies einen erhöhten mittleren P/E-Wert und einen verringerten mittleren P+E-Wert auf. Bei beiden Werten liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit bei 2,5 %. Diese Veränderung läßt eine Abnahme der elastischen Verformbarkeit vermuten. Bestätigt wird dies durch einen Vergleich der mittleren E-Werte zu Beginn und am Ende des Versuchs. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt hierbei 0,5 °/oo.

Der während der Verwendung der Zahnpasten S und N gebildete Zahnstein wies in beiden Fällen eine geringere Härte auf als zu Beginn der Untersuchung. Die Signifikanzprobe auf den Unterschied zwischen den Mittelwerten nach Gebrauch der beiden Zahnpasten fiel mit 35 % für die P/E-Werte und 30 % für die P+E-Werte negativ aus.

Wegen der hohen Signifikanz gilt es als unwahrscheinlich, daß ein größeres Probandenkollektiv zu wesentlich anderen Untersuchungsergebnissen führen könnte (FREUDENBERG (6)).

Der deutliche Härteunterschied des Zahnsteins vor und nach Anwendung der Zahnpasten überrascht. Zum Teil läßt sich dies mit der kurzen Mineralisationszeit von sechs Monaten für den sich neu bildenden Zahnstein erklären (VAHL (28)). Um den Einfluß der Mineralisationsdauer auf den Härteunterschied des Zahnsteins auszuklammern, sollte die Mineralisationszeit des Zahnsteins vor der Untersuchung derjenigen während der Untersuchungsdauer entsprechen. Dennoch ist bereits die ermittelte Härtedifferenz evident.

Im wesentlichen werden zwei Mechanismen des schädigenden Einflußes von Zahnstein diskutiert. Einerseits bildet der poröse Zahnstein eine vergrößerte Haftfläche für Mikroorganismen (MÜHLEMANN (14), SCHROEDER (23), WAERHAUG (31)), andererseits irritiert seine rauhe Oberfläche Epithelzellen, mit denen er in Kontakt kommt (SCHROEDER (22)). Diese Irritation könnte durch einen relativ weichen Zahnstein verringert werden.

Mit dem beschriebenen Meßverfahren ließ sich die unterschiedliche Konsistenz des Zahnsteins nachweisen. Ob die Verwendung der Zahnpasten jedoch die alleinige Ursache für die Änderung der mechanischen Eigenschaften und die Verringerung der Menge des gebildeten Zahnsteins war, kann vorerst noch nicht beurteilt werden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In einer klinisch unüberwachten Untersuchung wurde die Wirkung einer salzhaltigen und einer handelsüblichen Zahnpaste auf die Härteeigenschaften von Zahnstein an 20 Probanden über die Dauer von sechs Monaten beurteilt.

Mit Hilfe einer mechanoelektrischen Versuchsanordnung wurden 159 Zahnsteinproben nach dem Prinzip der Härteeindringmessung geprüft.

Es wurde festgestellt, daß der Zahnstein nach sechsmonatiger Anwendung der beiden Zahnpasten eine deutlich geringere Härte aufwies als zu Beginn.

Eine unterschiedliche Wirkung der beiden Zahnpasten konnte nicht festgestellt werden.

Die Frage, ob die Härteabnahme auf die Anwendung der beiden Zahnpasten zurückzuführen sei, wurde diskutiert.

Herrn Privatdozent Dr. med. dent. W. Wiedemann darf ich für die freundliche Überlassung des Themas und seine wertvolle Unterstützung bei der Ausarbeitung der Arbeit herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. R. Naujoks danke ich für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Dr. E. Gabriel danke ich für die wertvollen Hinweise zum Meßverfahren.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1) Barnes, G.P., Stookey, G.K. and Muhler, J.C. — In Vitro Studies of the Calculus-Inhibiting Properties of Tooth Surface Polishing Agents and Chelating Agents. J. Dent. Res. 50, 966 (1971)

2) Conroy, C.W. and Sturzenberger, O.P. — The Rate of Calculus Formation in Adults. J. Periodont. 39 H 3, 142 (1968)

3) Diem, K. und Leutner, C. — Documenta Geigy: Wissenschaftliche Tabellen, 7. Ausgabe. Georg Thieme Verlag, Stuttgart

4) Fligge, U. — Klinische Untersuchungen über den Einfluß einer 1%-ig-1-Hydroxy-Äthan-1.1-Diphosphonat-haltigen Zahnpaste auf die Bildungsrate und den Mineralisationsgrad von supragingivalem Zahnstein. Med. Diss. Düsseldorf (1976)

5) Francke, H. — Manuskript und Vortrag. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1967

6) Freudenberg, K. — Grundriß der medizinischen Statistik. Schattauer Verlag, Stuttgart, 1962

7) Frickler, F.G. — Untersuchungen von Zahnsteininhibitoren mit Hilfe der Folienmethode. Med. Diss. Mainz (1967)

8) Gabriel, E., Klinger, H.G. und Naujoks, R.
Die Bestimmung mechanischer Materialeigenschaften von Hartgewebsoberflächen in Mikrobereichen mit mechano-elektrischen Untersuchungsmethoden.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 32, 691 (1977)

9) Gerber, E.
Die Wirkung von Monoaethanolamin-diglykolathaltigen Zahnpasten auf die Verringerung der Zahnsteinablagerung.
Med. Diss. Mainz (1963)

10) Heymann, H.
Der Zahnstein, seine Entstehung und Bekämpfung vom physikalisch-chemischen Gesichtspunkt aus.
Dtsch. Mschr. Zahnheilkunde 43, 834 (1925)

11) Klinger, H.G. und Gabriel, E.
Die Erfassung der Oberflächentopographie von Zähnen und Zahnschliffen mit einer hochauflösenden mechanoelektrischen Meßanordnung.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 32, 236 (1977)

12) Mott, B.W.
Die Mikrohärteprüfung.
Die Berliner Union, Stuttgart, 1965

13) Muller, E., Schroeder, H.E. and Mühlemann, H.R.
The Effect of two Oral Antiseptics on Early Calculus Formation.
Helv. odont. Acta 6, 42 (1962)

14) Mühlemann, H.R., Rateitschak, K.H. und Renggli, H.H.
Parodontologie.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1975

15) Picozzi,A., Fishman,S.L., Pader,M., Cancro,L.P. — Calculus Inhibition in Humans. J. Periodont. 43, 692 (1972)

16) Riethe, P. — Die Quintessenz der Mundhygiene. Die Quintessenz, Berlin

17) Riethe, P. und Zilz, W. — Experimentelle und klinische Untersuchungen über zahnsteinhemmende Substanzen. Stoma 19 H 3, 130 (1966)

18) Rosenthal, B. — Die Bekämpfung des Zahnsteins mit Emsolith im Lichte physikalisch-chemischer Anschauungen. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 43, 839 (1925)

19) Sanders, W.E. and Robinson,H.B.G. — Effect of Tooth Brushing on Deposition of Calculus. J. Periodont. 33 H 4, 386 (1962)

20) Schliepe, H.-J. — Elektronenmikroskopische Untersuchungen über den subgingivalen Zahnstein. Med. Diss. FU Berlin (1972)

21) Schneider, U.K. und Mühlemann, H.R. — Frühstadien des Zahnsteins. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 69, 755 (1959)

22) Schroeder, H.E. — Formation and Inhibition of Dental Calculus. Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien, 1969

23) Schroeder,H.E., Schait,A. und Mühlemann,H.R. — Frühstadien der Zahnsteinbildung und ihre chemische Beeinflußung. Dtsch. Zahnärztl. Z. 17, 1606 (1962)

24) Seiller,W. — Über Vickers-Mikrohärtemessungen an Schmelz, Dentin und Zement. Österreich. Zschr. Stomatol. 70, 222 (1973)

25) Theilade, J. and Schroeder, H.E. — Recent Results in Dental Calculus Research. Internat. Dent. J. 16 H 2, 205 (1966)

26) Trauner, P. und Wischo, M. — Zahnsteinbekämpfung und Mundpflege. Österreich. Zschr. Stomatol. 18, 404 (1920)

27) Turesky, S., Gilmore, N.D. and Glickman, J. — Calculus Inhibition by Topical Application of the Chloromethyl Analogue of Victamine C. J. Periodont. 38 H 2, 142 (1967)

28) Vahl, J. — Zur Genese und Morphologie des Zahnsteins. Dtsch. Zahnärztl. Z. 28, 1191 (1973)

29) Villa, P. — Degree of Calculus Inhibition by Habitual Tooth Brushing. Helv. odont. Acta 12 H 1, 31 (1968)

30) Volpe, A.R., Kupczak, L.J., King, W.J., Goldman, H.M. and Schulman, S.M. — In Vivo Calculus Assessment: Part IV Parameters of Human Clinical Studies. J. Periodont. 40, H 2, 76 (1969)

31) Waerhaug, J. — Effect of Rough Surfaces upon Gingival Tissue. J. dent. Res. 35, 323 (1956)

32) Wolff, T. — Über die zahnsteinlösende und zahnsteinerweichende Wirkung verschiedener Zahnpasten. Med. Diss. Bonn (1921)

LEBENSLAUF

Am 24. April 1955 wurde ich, Alexander Georg Süllner, als Sohn des Studiendirektors Eugen Süllner und seiner Ehefrau Irene in Straubing geboren.

Im Herbst 1961 trat ich in Straubing in die Volksschule ein, die ich bis zur vierten Klasse besuchte. 1965 bestand ich die Aufnahmeprüfung für das Gymnasium und wechselte an das mathematisch-naturwissenschaftliche Ludwigsgymnasium Straubing. Hier legte ich am 22. Juni 1974 die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1974/75 begann ich an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg das Studium der Zahnmedizin.

Die naturwissenschaftliche Vorprüfung bestand ich im Oktober 1975, die zahnärztliche Vorprüfung im Juli 1977.

Das Studium beendete ich am 9. Oktober 1980 mit dem Staatsexamen.

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80